

BEST AVAILABLE COPY

Method and device for adjusting the ignition phase in the operation of a spark ignition engine

Patent number: DE3828764
Publication date: 1990-03-01
Inventor: SCHAEPERKOETTER HEINRICH DIPL [DE]
Applicant: SCHAEPERKOETTER HEINRICH DIPL [DE]
Classification:
- international: C25B1/02; F02B51/00; F02M25/10; F02M51/06;
H01T13/40; F02M57/06; F02P13/00; H01T13/32
- european: F02B19/10B2; F02B51/00; F02D19/08; F02M25/10;
F02M57/06; F02P13/00
Application number: DE19883828764 19880825
Priority number(s): DE19883828764 19880825

Abstract of DE3828764

The invention relates to a method and a device for adjusting the ignition phase in the operation of a spark ignition engine, especially in the case of high air ratios. In order to stabilise the combustion sequence, it is proposed according to the invention that shortly prior to the spark discharge into the ignition area a small quantity of a gaseous additive is injected at a pressure in excess of the combustion chamber pressure at the time of ignition, the additive or the additive-air mixture having a high diffusion rate, wide ignition limits and a high flame propagation speed.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3828764 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 28 764.1
㉑ Anmeldetag: 25. 8. 88
㉒ Offenlegungstag: 1. 3. 90

㉓ Int. Cl. 5:
F02B 51/00
F 02 M 25/10
F 02 M 51/06
F 02 M 57/06
F 02 P 13/00
H 01 T 13/32
H 01 T 13/40
C 25 B 1/02

Behördeneigentum

DE 3828764 A1

㉔ Anmelder:

Schäperkötter, Heinrich, Dipl.-Ing., 3300
Braunschweig, DE

㉕ Vertreter:

Gramm, W., Prof.Dipl.-Ing.; Lins, E., Dipl.-Phys.,
Pat.-Anwälte, 3300 Braunschweig

㉖ Erfinder:

gleich Anmelder

㉗ Verfahren und Vorrichtung zur Veränderung der Entflammungsphase im Betrieb eines Ottomotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Veränderung der Entflammungsphase im Betrieb eines Ottomotors, insbesondere bei hohen Luftverhältnissen. Zur Stabilisierung des Verbrennungsablaufs wird erfindungsgemäß vorgesehen, daß kurz vor dem Funkenüberschlag in den Zündbereich eine geringe Menge eines gasförmigen Additivs eingeblasen wird mit einem Druck, der über dem Brennraumdruck zum Zündzeitpunkt liegt, wobei das Additiv bzw. die Additiv-Luft-Mischung eine hohe Diffusionsgeschwindigkeit, weite Zündgrenzen und eine hohe Flammengeschwindigkeit aufweisen.

DE 3828764 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Veränderung der Entflammungsphase im Betrieb eines Ottomotors, insbesondere bei hohen Luftverhältnissen.

Der Ottomotor weist Streuungen im Verbrennungsablauf aufeinanderfolgender Zyklen auf. Diese Streuungen steigen mit steigendem Luftverhältnis und Restgasgehalt und zunehmender Drosselung, d.h. sinkender Gemischdichte zum Zündzeitpunkt. Die Aufteilung des Verbrennungsablaufes in die Entflammungsphase vom Zündzeitpunkt bis 1% umgesetzter Energie und in die Umsetzungsphase von 1 bis 95% umgesetzter Energie zeigt, daß hauptsächlich die Entflammungsphase in ihrer Dauer und Streuung beeinflusst wird, wogegen die Umsetzungsphase fast unberührt bleibt. Für die Verkürzung der Entflammungsphase und die damit verbundene Verringerung ihrer Streuung, mit der die gesamte nachfolgende Verbrennung beginnt, sind die folgenden Methoden bekannt:

- Steigerung der elektrischen Zündenergie,
- Verbesserung der Gemischaufbereitung,
- Ladungsschichtung (unterschiedliche Luftverhältnisse),
- Wirbelkammerzündkerze,
- Plasmastrahlzündung,
- Zündölstrahl,
- anorganische Kraftstoffadditive,
- Ladungsbewegung.

Keine dieser Methoden ermöglicht den Ottomotorbetrieb mit einem so hohen Luftverhältnis ($\lambda > 1.6$), daß damit ein deutlich stickoxidsenkendes Magerkonzept realisiert werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad eines Ottomotors zu verbessern und zugleich seine schädlichen Abgasbestandteile zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß kurz vor dem Funkenüberschlag in den Zündbereich eine geringe Menge eines gasförmigen Additivs eingeblasen wird mit einem Druck, der über dem Brennraumdruck zum Zündzeitpunkt liegt, wobei das Additiv bzw. die Additiv-Luft-Mischung eine hohe Diffusionsgeschwindigkeit, weite Zündgrenzen und eine hohe Flammengeschwindigkeit aufweisen.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn als Additiv Wasserstoff verwendet wird. Es ist aber auch möglich, wenn als Additiv Knallgas als stöchiometrisches Gemisch verwendet wird.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Additiv beim Einblasvorgang die Schallgeschwindigkeit erreicht, damit keine Durchflußschwankungen durch unterschiedliche Brennraumdrücke bzw. Versorgungsdrücke entstehen.

Durch die Einbringung sehr geringer Mengen eines Additivs gemäß vorstehender Definition in den Atmungsraum der Zündkerze kurz vor dem Funkenüberschlag wird in unmittelbarer Umgebung der Kerzenelektroden ein sehr zündwilliges Gemisch erzeugt, das dann vom Funken gezündet wird und die Entflammungsphase des Hauptgemisches drastisch verkürzt. Dieses Hauptgemisch kann ein sehr hohes Luftverhältnis aufweisen, wodurch die Stickoxidbildung vermindert wird und der Wirkungsgrad ansteigt. Das Zündgemisch wird durch die hohe Diffusionsgeschwindigkeit z.B. des Wasserstoffes sehr schnell mit der Luft des vorher angesaugten und verdichteten Frischgases gebildet. Der

Wasserstoff wirkt als Additiv, weil seine Energie nur für den Beginn der Entflammungsphase benötigt wird ($< 1\%$ der gesamten umgesetzten Energie).

Die Verwendung von reinem Wasserstoff im Ottomotor ist an sich bekannt. Dabei wird die äußere Gemischbildung in der Gasphase oder die innere Gemischbildung mit der Einspritzung von kyrogenem Wasserstoff angewendet. Da der Gemisch-Heizwert einer Wasserstoff-Luft-Mischung niedriger liegt als der einer Benzin-Luft-Mischung, wird zur Erhöhung der hubraumbezogenen Arbeit mit Wasserstoff-Benzin-Luft-Gemisch gefahren. In allen diesen Fällen wird der Wasserstoff als Hauptenergielieferant genutzt im Gegensatz zu dem vorstehend erläuterten erfindungsgemäßen Verfahren, in dem der Wasserstoff nur als Additiv eingesetzt wird, das zündkerzennah zugeführt wird und weniger als 1% der insgesamt zugeführten Gesamtenergie ausmacht.

Das gasförmige Additiv muß unter einem höheren Druck als dem Brennraumdruck zum Zündzeitpunkt stehen, damit das Gas selbsttätig gefördert wird. Zudem muß eine genügend große Druckdifferenz an der Drossel bereitgestellt werden, damit das überkritische Druckverhältnis erzeugt wird.

Zweckmäßig ist die Verwendung einer Zündkerze mit hohem Wärmewert, da sonst das Additiv schon während des Einströmens an der heißen Kerzenoberfläche unkontrolliert entzündet würde. Auf dem kalten Kerzenstein können sich keine schädlichen Ablagerungen niederschlagen, weil diese Region während der Zündung und Verbrennung hauptsächlich von Wasserstoff oder Wasserdampf umspült wird.

Da nur sehr kleine Additivvolumenströme benötigt werden, sind die Leitungsquerschnitte und die bewegten Ventilmassen sehr gering, so daß schnelle Schaltvorgänge und hohe Schaltfrequenzen für hohe Motordrehzahlen leicht realisiert werden können.

Der Wasserstoff- bzw. Knallgasvorrat kann sehr klein sein, wenn er während des Motorbetriebes laufend durch Elektrolyse erzeugt wird, insbesondere durch SPE-Festpolymer-Elektrolyt-Elektrolyse. Es handelt sich hier um die direkte Elektrolyse reinen Wassers, bei der zwei Elektroden auf den beiden Seiten einer Membran angeordnet werden und der Wasserstoff bzw. Sauerstoff selbsttätig mit einem für diese Erfindung genügend hohen Druck mit hohem Wirkungsgrad produziert wird. Das dafür benötigte Wasser kann durch Kondensation des Verbrennungsabgases erzeugt werden. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, das Additiv in Druckflaschen oder in Hydridspeichern zu speichern.

Die Ansteuerung des Einblasvorganges und der Zündung kann kurbelwinkelgesteuert erfolgen. Jedoch können der Auslösimpuls und die Zeitglieder auch durch einen Rechner in Abhängigkeit vom Betriebspunkt des Motors gesteuert werden unter Berücksichtigung von Motordrehzahl, Gemischdichte zum Zündzeitpunkt, Luftverhältnis, Laufruhe und Abgasqualität. Die Gemischdichte zum Zündzeitpunkt wird angegeben durch Saugrohrdruck, Drosselklappenwinkel, Stauklappensignal oder Hitzdrahtsignal.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäß durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- a) Ein Vorratsbehälter für ein unter Druck stehendes gasförmiges Additiv;
- b) zumindest eine diesen Vorratsbehälter mit dem Atmungsraum einer Zündkerze verbindende Gaszufuhrleitung;

- c) ein in diese Gaszuführleitung geschaltetes Einblasventil;
- d) eine Steuerung zur Öffnung sowie zum Offenhalten des Einblasventils.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn dem Einblasventil eine Drossel nachgeschaltet ist, deren Bohrung bzw. Bohrungen die für die Flammenfortpflanzung nötige Grenzspaltweite unterschreitet. Dadurch wird die Entflammung der Additivversorgung wirkungsvoll verhindert.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren und die hierfür vorgesehene Vorrichtung werden im wesentlichen folgende Vorteile erzielt:

- Sehr hohe Luftverhältnisse können sicher entflammt werden, wodurch Magerkonzepte ermöglicht werden.
- Die Streuung der Entflammungsphase und damit auch der Umsetzungsphase werden verringert und erreichen erst bei sehr hohen Luftverhältnissen die Streuung wie beim konventionellen Ottomotor mit stöchiometrischem Gemisch.
- Die Qualitätsregelung des Ottomotors mit dem daraus resultierenden Wirkungsgradgewinn wird ermöglicht.
- Die Erfindung kann an jedem Ottomotor durch eine modifizierte Zündkerze eingesetzt werden.
- Es werden keine Brennraumeinbauten (Nebenkammer) oder Saugrohreinsbauten (Drallkanal, Schirmventil) benötigt, die die Füllung und die Klopffestigkeit des Motors verschlechtern.
- Das Additiv Wasserstoff oder Knallgas ist toxiologisch unbedenklich.
- Durch den Wirkungsgradgewinn wird Energie eingespart und alle schädlichen Abgasbestandteile des Ottomotors, auch Kohlendioxid, verringert.
- Gemischverteilungsprobleme wirken sich weniger aus und single point Gemischbildung kann eingesetzt werden.

Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden in Verbindung mit weiteren Vorteilen der Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In der Zeichnung sind einige als Beispiele dienende Ausführungsformen der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Darstellung eines Verfahrens gemäß der Erfindung;

Fig. 2 einen Ablaufplan für das Verfahren gemäß Fig. 1;

Fig. 3 ein Einblasventil;

Fig. 4 eine erfindungsgemäß modifizierte Zündkerze;

Fig. 5 die Darstellung gemäß Fig. 4 in Untersicht;

Fig. 6 einen abgewinkelten Federstahlstreifen eines Membranflatterventils und

Fig. 7 den Federstahlstreifen gemäß Fig. 6 in aufgerolltem Zustand.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Ottomotor mit einem Zylinder 1, einem Kolben 2, einer Kurbelwelle 3 und einer Zündkerze 4. Nicht dargestellt sind der Einlaßkanal mit der Kraftstoffversorgung für das Hauptgemisch und der Auslaßkanal. An der Kurbelwelle 3 ist ein Geber 5 angedeutet, der bei einem bestimmten Kurbelwinkel über einen ortsfesten Aufnehmer 6 einen Impuls auslöst.

Das Blockschaltbild zeigt schematisch den Weg des Wasserstoffes und den Signalweg für die Ansteuerung

eines Einblasventils 7 und der Zündung. Das Ausströmen des Wasserstoffes aus dem angedeuteten Vorratsbehälter wird durch das als federbelastetes Rückschlagventil ausgebildete Einblasventil 7 verhindert. Zum Einblasen von Wasserstoff wird dieses Ventil 7 elektromagnetisch geöffnet. Der Wasserstoff strömt dann durch ein zweites federbelastetes Rückschlagventil 8, durch eine Drossel 9, eine Gaszuführleitung 10 und durch den Atmungsraum 11 der Zündkerze 4 in den Brennraum des Zylinders 1. Die Druckdifferenz an der Drossel 9 ist durch den im Vorratsbehälter höheren Druck als im Brennraum zum Einblaszeitpunkt immer größer als das kritische Druckverhältnis, so daß immer Schallgeschwindigkeit in der Drossel 9 herrscht. Damit ist der Wasserstoffvolumenstrom nur vom Drosselquerschnitt und der Öffnungsdauer des Einblasventils 7 abhängig. In der unmittelbaren Umgebung der Kerzenelektroden wird nun das sehr zündfähige Wasserstoff-Luft-Gemisch gebildet, vom Funken gezündet und so die Verbrennung eingeleitet. Das Rückschlagventil 8 zwischen der Drossel 9 und dem Einblasventil 7 verhindert das Rückströmen von Frischgas während der Verdichtung und von Abgas während der Verbrennung in das Wasserstoffversorgungssystem. Damit ist gewährleistet, daß beim Einblasbeginn sofort unvermischter Wasserstoff in den Brennraum gelangt. Die Drosselbohrung bzw. -bohrungen unterschreiten die für die Flammenfortpflanzung nötige Grenzspaltweite, so daß die Entflammung der Wasserstoffversorgung wirkungsvoll verhindert wird. Bei der Verwendung von Wasserstoff ist dies eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme, da unvermischter Wasserstoff nicht brennen kann. Bei der Verwendung von Knallgas ist diese Einrichtung jedoch unbedingt notwendig.

Die Ansteuerung des Einblasventils 7 und der Zündung erfolgt kurbelwinkelgesteuert. Dieser Auslösimpuls öffnet das Einblasventil 7 unmittelbar und wird für die Einblasdauer durch eine Zeitschaltung offen gehalten. Das Einblasventil 7 wird für die schnelle Öffnung mit einem hohen Strom geöffnet, der nach einer Zeitfunktion auf den Haltestrom reduziert wird, damit die Magnetwicklung nicht thermisch zerstört wird. Mit dem Auslösimpuls wird gleichzeitig ein Totzeitglied gestartet, das nach dem Ablauf der Totzeit die Zündendstufe ansteuert, die eine Hochspannungskondensator-Zündanlage sein kann.

In Fig. 2 sind über dem Kurbelwinkel die Öffnungsintervalle des Einlaß- und Auslaßventils, des Einblasventils für den Wasserstoff, die Zündauslösung (Übergang von L auf H) und der Verlauf des Brennraumdruckes angegeben.

Fig. 3 zeigt ein Einblasventil 7, das aus baulichen Gründen außerhalb des Zylinderkopfes angeordnet sein kann. Die Verbindung zwischen diesem Einblasventil 7 und einem Adapter 12 der Zündkerze 4 erfolgt über die Gaszuführleitung 10, die einen geringen Innendurchmesser aufweist. Das Einblasventil 7 ist ein elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil (z.B. Bosch L-Jetronic). Die Anschlüsse sind entsprechend den höheren Gasdrücken modifiziert. Die Gaszuführleitung 10 ist mit einem Anschluß an das Einblasventil 7 angeschraubt und über einen Kunststoffring 13 abgedichtet. Für die Gaszuführung kann ein Hochdruckschlauch mit einer Schlauchschelle auf dem Rohrstutzen des Einblasventils 7 befestigt werden.

Das Einblasventil 7 besteht aus einer Nadel mit Ventiltiegel, der im geschlossenen Zustand durch eine Druckfeder und den Gasversorgungsdruck auf seinen

Dichtsitz gedrückt wird und so abdichtet. Die Nadel ist gleichzeitig als Magnetanker ausgebildet und kann durch eine Magnetspule gegen die Kraft der Feder und des Versorgungsdruckes vom Dichtsitz abgehoben werden.

Fig. 4 zeigt die Zündkerze 4 mit dem Adapter 12, in den das andere Ende der Gaszuführleitung 10 eingeschraubt und mit einem Dichtring 14 abgedichtet ist. Die Leitung 10 ist vorzugsweise dünn und elastisch, so daß beim Aufstecken des Kerzensteckers keine Behinderung erfolgt. Der Wasserstoff strömt dann durch eine lange Düse 15 mit sehr geringem Innendurchmesser, der unter der Grenzspaltweite von Wasserstoff- bzw. Knallgas-Mischungen liegt, damit ein Rückschlagen der Flamme in die Versorgungsleitung verhindert wird.

Das Rückschlagventil 8 ist als Membranflatterventil ausgebildet. Es besteht aus einem aufgerollten Federstahlstreifen 16, der die Federfunktion übernimmt und der gleichzeitig am beweglichen Ende als Dichtfläche ausgelegt ist. Die Dichtungskontur am Kerzengrundkörper ergibt sich als Ellipse durch die schräg schneidende Düsenbohrung. Die Ventilfläche ist dadurch wesentlich größer als die Querschnittsfläche der Düsenbohrung, so daß die Düsenfunktion ausschließlich durch die Bohrung dargestellt wird.

Der Federstahlstreifen 16 ist am festen Ende durch eine Nase 17, die in eine Deckscheibe 18 eingreift, gegen Verdrehen gesichert. Die schmalen Seiten des Federstahlstreifens 16 werden formschlüssig vom Bohrungsgrund und von der Deckscheibe 18 auf einem Abschnitt des Bohrungsdurchmessers gehalten. Die Aufheizung des Federstahlstreifens 16 wird durch die Anlage der Streifenfläche an dem kühlen Kerzengrundkörper 19 verhindert; Glühzündungen treten daher nicht auf. Die Deckscheibe 18 wird in den Kerzengrundkörper 19 eingepreßt und verstemmt oder durch Schweißen gesichert. Die Masselektrode 20 wird beim Stanzen der Deckscheibe 18 mit hergestellt, dabei sind unterschiedliche Elektrodenformen denkbar. Die Mittelelektrode 21 wird zweckmäßig aus Platin hergestellt, damit sie wenig abnutzt und klein ausgelegt werden kann. Durch die geringe Oberfläche heizt sie sich nur wenig auf; Glühzündungen werden so verhindert.

Für die Praxis ist eine Zündkerze 4 vorteilhaft, die hinsichtlich ihres Kerzengewindes, des Kerzensteckers und des Kerzenschlüssels die Maße einer Serienkerze aufweist, um so an jedem Motor ohne Motoränderung angewendet werden zu können.

Es ist auch möglich, das Membranflatterventil durch ein aus Kugel und Druckfeder bestehendes Rückschlagventil zu ersetzen. Dieses Ventil kann außerhalb der Zündkerze in die Versorgungsleitung 10 eingesetzt werden.

Für die Anwendung der Erfindung an Motoren mit viel unverbautem Raum an der Zündkerzenbohrung können die Baugruppen Zündkerze 4, Rückschlagventil 8, Drossel 9 und Einblasventil 7 in einem gemeinsamen Bauteil vereinigt werden. Dadurch entfällt die Gaszuführleitung 10 mit ihren beiden Verbindungsstellen zwischen Zündkerze 4 und Einblasventil 7. Bei dieser Anordnung mit geringem Volumen der Wasserstoff führenden Hohlräume ist es möglich, daß das Einblasventil 7 die Funktion des Rückschlagventils 8 mit übernimmt, in dem die Federkraft des Einblasventils 7 so vergrößert wird, daß der Brennraumhöchstdruck dieses Rückschlagventil nicht öffnen kann. Der Brennraumdruck wirkt nur auf eine sehr kleine Ventilfläche und erzeugt dadurch eine geringe Kraft, die zum Öffnen leicht von

einem Elektromagneten überwunden wird.

Ohne Additiv oder beim Motorstart, bevor das Additiv durch Elektrolyse gebildet wird, ist ein Notlauf mit der Beeinflussung, auch rechnergesteuert, des Luftverhältnisses des Hauptgemisches und/oder des Zündzeitpunktes für einen stabilen Motorbetrieb möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung der Entflammungsphase im Betrieb eines Ottomotors, insbesondere bei hohen Luftverhältnissen, dadurch gekennzeichnet, daß kurz vor dem Funkenüberschlag in den Zündbereich eine geringe Menge eines gasförmigen Additivs eingeblasen wird mit einem Druck, der über dem Brennraumdruck zum Zündzeitpunkt liegt, wobei das Additiv bzw. die Additiv-Luft-Mischung eine hohe Diffusionsgeschwindigkeit, weite Zündgrenzen und eine hohe Flammengeschwindigkeit aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Additiv Wasserstoff verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Additiv Knallgas als stöchiometrisches Gemisch verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Additiv beim Einblasvorgang die Schallgeschwindigkeit erreicht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Zündkerze mit hohem Wärmewert.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der benötigte Wasserstoff- oder Knallgasvorrat während des Motorbetriebes laufend durch Elektrolyse erzeugt wird, insbesondere durch SPE-Festpolymer-Elektrolyt-Elektrolyse.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Elektrolyse benötigte Wasser durch Kondensation des Verbrennungsabgases erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung des Einblasvorganges und der Zündung kurbelwinkelgesteuert erfolgt.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) Ein Vorratsbehälter für ein unter Druck stehendes gasförmiges Additiv;
 - b) zumindest eine diesen Vorratsbehälter mit dem Atmungsraum (11) einer Zündkerze (4) verbindende Gaszuführleitung (10);
 - c) ein in diese Gaszuführleitung (10) geschaltetes Einblasventil (7);
 - d) eine Steuerung zur Öffnung sowie zum Offenhalten des Einblasventils (7).
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Einblasventil (7) eine Drossel (9) nachgeschaltet ist, deren Bohrung bzw. Bohrungen die für die Flammenfortpflanzung nötige Grenzspaltweite unterschreitet.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Atmungsraum (11) führende Abschnitt der Gaszuführleitung (10) als Drossel (9; 15) ausgebildet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch

gekennzeichnet, daß zwischen Einblasventil (7) und Drossel (9) ein Rückschlagventil (8) geschaltet ist. (Fig. 1).

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Drossel (9) und Atmungsraum (11) ein Rückschlagventil (8) geschaltet ist (Fig. 4).

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasventil (7) als federbelastetes Rückschlagventil ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasventil (7) ein elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung des Einblasventils (7) mit einem hohen Strom erfolgt, der nach einer Zeitfunktion auf dem Haltestrom reduziert wird.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseimpuls zur Öffnung des Einblasventils (7) zugleich ein Totzeitglied startet, das nach Ablauf der Totzeit die Zündendstufe der Zündkerze (4) ansteuert.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündendstufe eine Hochspannungskondensator-Zündanlage ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der das Einblasventil (7) öffnende Auslöseimpuls, die Zeitglieder und die Zündauslösung kurbelwinkelgesteuert sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der das Einblasventil (7) öffnende Auslöseimpuls, die Zeitglieder und die Zündauslösung durch einen Rechner in Abhängigkeit vom Betriebspunkt des Motors gesteuert sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil (8) als Membranflatterventil ausgebildet ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil (8) aus einem die Federfunktion übernehmenden aufgerollten Federstahlstreifen (16) besteht, der an seinem beweglichen Ende zugleich als Dichtungsfläche ausgelegt ist.

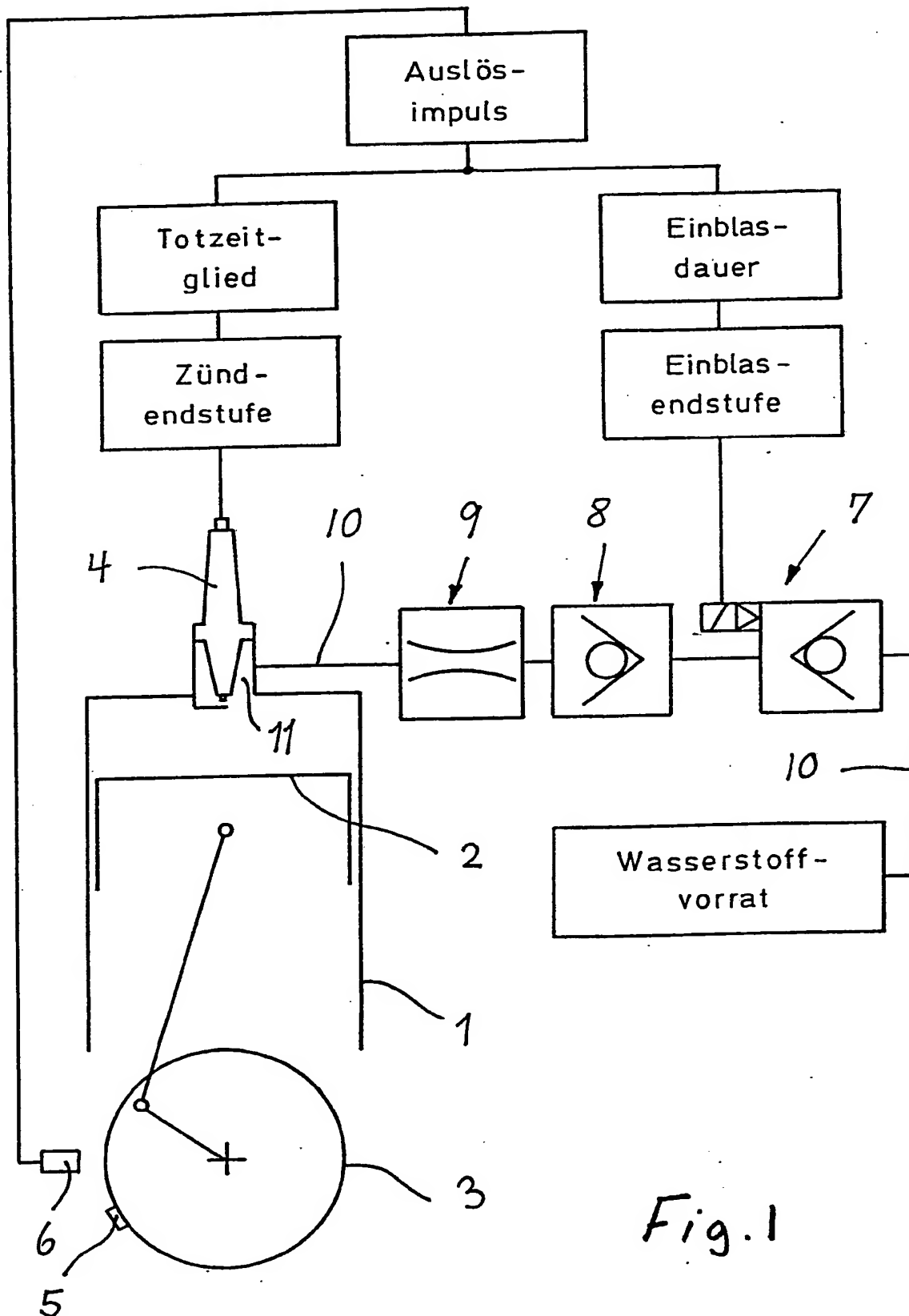
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Federstahlstreifen (16) mit seinen schmalen Seiten vom Bohrungsgrund und von einer Deckscheibe (18) der Zündkerze (4) auf einem Abschnitt des Bohrungsdurchmessers gehalten ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Federstahlstreifen (16) eine Nase (17) aufweist, die eine Verdrehsicherung bildet.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Masseelektrode (20) der Zündkerze (4) aus einer Scheibe gearbeitet ist, die zugleich als Deckscheibe (18) zur Befestigung des Federstahlstreifens (16) dient (Fig. 4).

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß Zündkerze (4), Rückschlagventil (8), Drossel (9) und Einblasventil (7) in einem gemeinsamen Bauteil vereinigt sind.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (4) für das Kerzengewinde, den Kerzenstecker und den Kerzenschlüssel die Maße einer Serienkerze identisch aufweist.



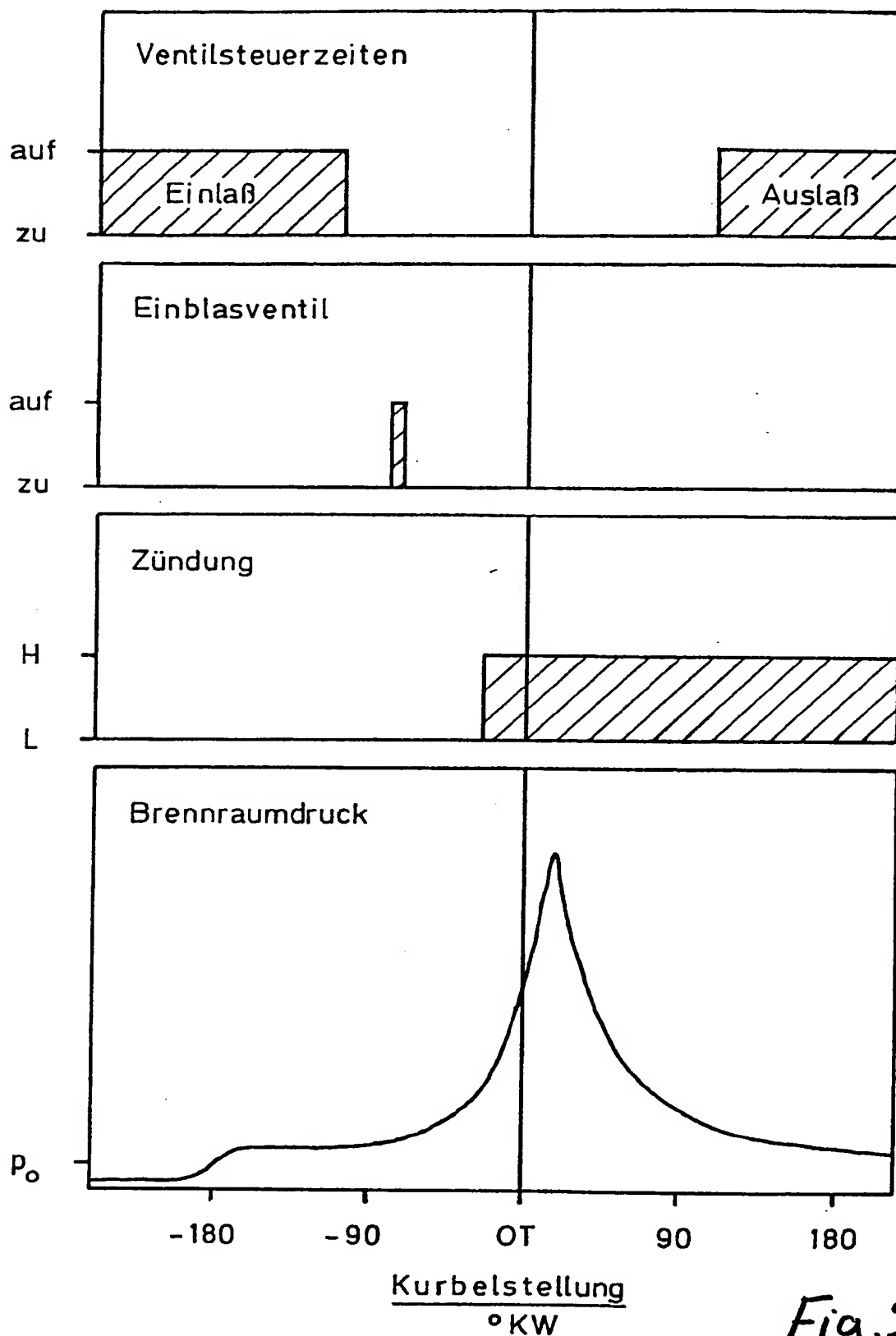
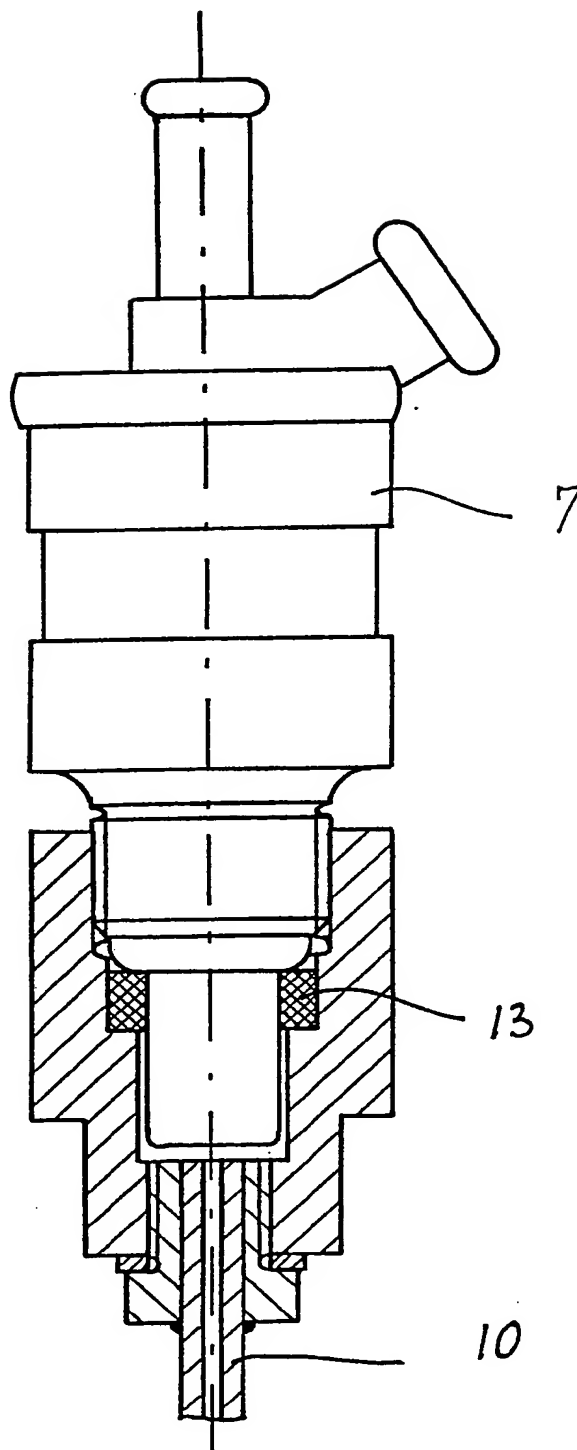
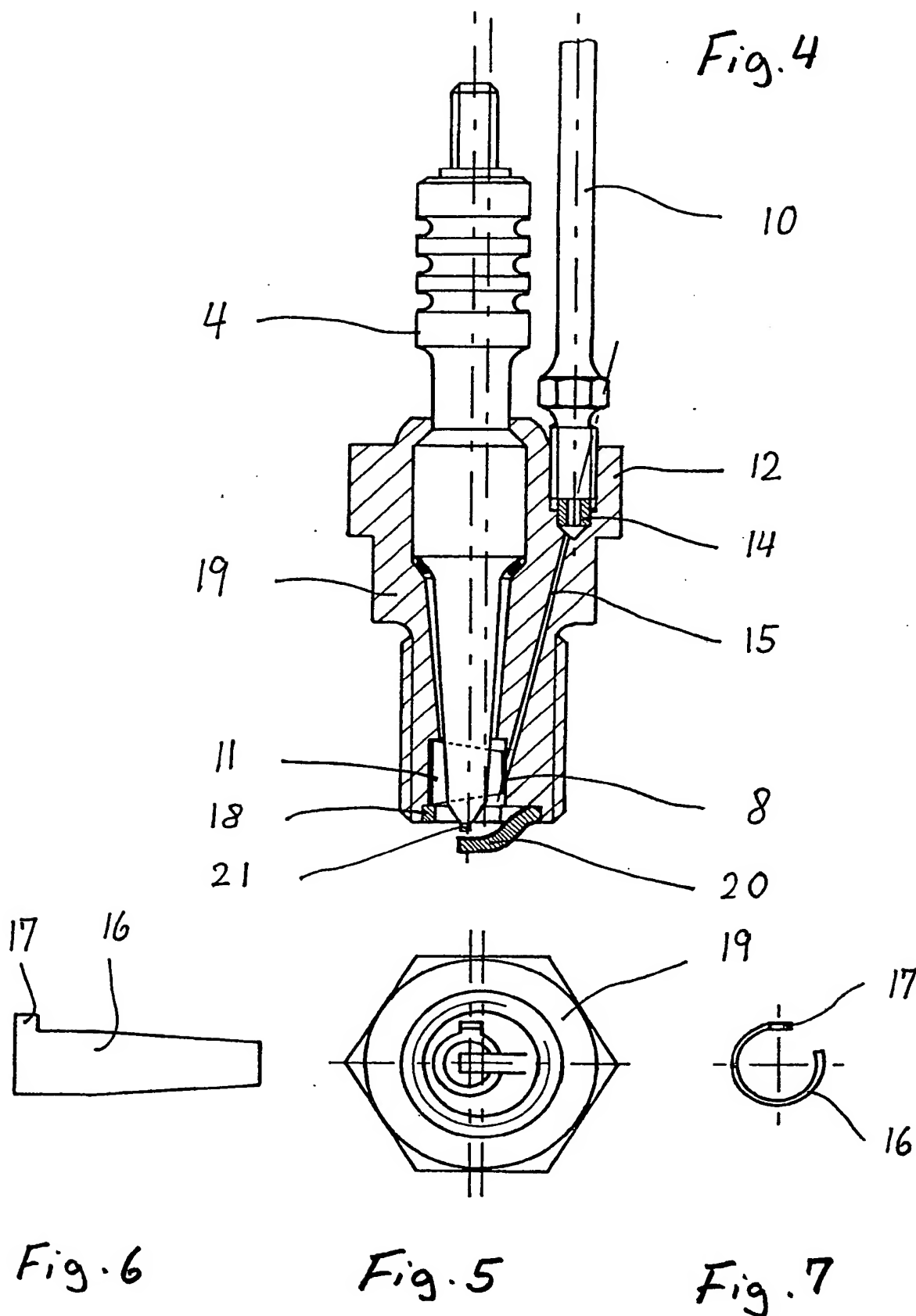


Fig. 2

Fig. 3





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.